

PCT

WELTOGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>F02M 51/04, 63/06</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/34196</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>31. Oktober 1996 (31.10.96)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP96/01715</b>  (22) Internationales Anmeldedatum: <b>24. April 1996 (24.04.96)</b>		(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: <b>195 15 782.6 28. April 1995 (28.04.95) DE</b>		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): <b>FICHT GMBH &amp; CO. KG [DE/DE]; Spannleitenberg 1, D-85614 Kirchseeon (DE).</b>  (72) Erfinder; und <b>(75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): HEIMBERG, Wolfgang [DE/DE]; Böhmerwaldstrasse 72, D-85560 Ebersberg (DE).</b>  (74) Anwalt: <b>SOLF, Alexander, Solf &amp; Zapf, Candidplatz 15, D-81543 München (DE).</b>			
<p style="text-align: center;">/</p>			
(54) Title: <b>FUEL INJECTION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES</b>			
(54) Bezeichnung: <b>KRAFTSTOFF-EINSPIRITZVORRICHTUNG FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN</b>			
(57) Abstract			
<p>A fuel injection device works based on the principle of storage of energy in a solid body and is designed as a reciprocating piston pump with a feeding piston (35, 24) that stores kinetic energy during an almost resistance-free acceleration phase. The stored kinetic energy is abruptly transmitted to the fuel contained in a compression chamber (66), generating a pressure wave for injecting fuel through an injection nozzle. The means that interrupt the resistance-free acceleration phase are designed as a valve with a valve body (50a) and a valve seat (57) shaped on the feeding piston (35, 24). To generate the pressure wave, the valve closes the compression chamber (66) so that the kinetic energy of the feeding piston (35, 24) is transmitted to the fuel enclosed in the compression chamber (66). The valve seat (57) and the valve body (50a) lie at the front end of the feeding piston (35, 24), seen in the direction of injection, and separate the compression chamber (66) from the feeding piston (35, 24).</p>			

### (57) Zusammenfassung

Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet und als Hubkolbenpumpe mit einem Förderkolbenelement (35, 24) ausgebildet ist, das während einer nahezu widerstandslosen Beschleunigungsphase kinetische Energie speichert, die schlagartig auf in einer Druckkammer (66) befindlichen Kraftstoff übertragen wird, so daß ein Druckstoß zum Abspritzen von Kraftstoff durch eine Einspritzdüseineinrichtung erzeugt wird, wobei das die widerstandslose Beschleunigungsphase unterbrechende Mittel ein Ventil ist, das einen Ventilkörper (50a) und einen am Förderkolbenelement (35, 24) ausgebildeten Ventilsitz (57) umfaßt und zum Erzeugen des Druckstoßes die Druckkammer (66) schließt, wodurch die kinetische Energie des Förderkolbenelements (35, 24) auf den in der Druckkammer (66) eingeschlossenen Kraftstoff übertragen wird, wobei der Ventilsitz (57) und der Ventilkörper (50a) an dem in Einspritzrichtung vorne liegenden Ende des Förderkolbenelements (35, 24) angeordnet sind, so daß die Druckkammer (66) räumlich getrennt vom Förderkolbenelement (35, 24) ausgebildet ist.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäß dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereiniges Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LJ	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

**KRAFTSTOFF-EINSPIRITZVORRICHTUNG FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

Die Erfindung betrifft eine nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitende Kraftstoff-Einspritzvorrichtung insbesondere für Zweitaktmotoren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen werden in der EP 0 629 265, insbesondere anhand der Fig. 13 bis 19 beschrieben. Sie arbeiten nach dem sogenannten Pumpe-Düse-System mit Druckstoß-Einspritzung, wobei ein anfänglicher beschleunigter Teilhub eines als Förderkolben wirkenden einseitig axial geführten Ankers mit einer elektromagnetisch angetriebenen Einspritzpumpe vorgesehen ist, bei dem im Pumpensystem eine Verdrängung von gefördertem Kraftstoff ohne Druckaufbau in der Kraftstoff-Flüssigkeit erfolgt. Während dieses anfänglichen Teilhubs nimmt der Förderkolben bzw. der Anker kinetische Energie auf und speichert sie, wobei dem dabei verdrängten Kraftstoff ein vorbestimmter Fließraum zur Verfügung steht, der durch einen Kraftstoffkreislauf im Pumpensystem gewährleistet ist. Durch eine plötzliche vorbestimmte, mittels einer im Anker bzw. im Förderkolben angeordneten, durch die Ankerbewegung betätigten Ventileinrichtung bewirkte Unterbrechung des Kraftstoffkreislaufs während des widerstandsfreien Vorhubes des Förderkolbens und aufgrund der nachfolgenden Bewegung des Förderkolbens gibt der Förderkolben seine gespeicherte kinetische Energie druckstoß- bzw. schlagartig an die Kraftstoffteilmenge ab, die sich in einem durch die Kreislaufunterbrechung gebildeten bzw. abgetrennten geschlossenen Raumbereich des Kreislaufraumes - dem sogenannten Druckraum - zwischen dem Förderkolben bzw. im Förderkolben und einer z.B. federbelastet verschlossenen Einspritzdüse befindet. Der schlagartige Druckaufbau im Kraftstoff auf z.B. 60 bar bewirkt eine

Öffnung der Einspritzdüse und eine Einspritzung von Kraftstoff durch die Einspritzdüse in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine während einer extrem kurzen Zeit von z.B. einer 1.000stel Sekunde.

Diese aus der EP 0 629 265 bekannten Pumpe-Düse-Systeme umfassen eine elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe 1 und die Einspritzdüse 2 (Fig. 1). Diese Pumpe-Düse-Systeme haben sich insbesondere bei Zweitaktmotoren bewährt, bei denen vordem bekanntlich durch Spülverluste große Schadstoffmengen ausgepufft wurden und ein hoher Kraftstoffverbrauch entstand, indem ein hoher Kraftstoffanteil unverbraucht den Auslaßkanal 3 passieren konnte, weil bei Zweitaktmotoren Überström- und Auslaßkanal 3 gleichzeitig geöffnet sind. Mit den oben beschriebenen Pumpe-Düse-Systemen konnte der Kraftstoffverbrauch und der Schadstoffausstoß nunmehr drastisch reduziert werden. Zudem konnte die vordem auf unregelmäßiger Zündung bei niedrigen Drehzahlen beruhende Laufunruhe des Motors nahezu vollkommen verhindert werden. Dabei wird der Kraftstoff extrem kurzzeitig und direkt in den Brennraum 4 eines Zylinders 5 gespritzt, und zwar erst dann, wenn der Auslaßkanal 3 weitestgehend geschlossen ist. Die Steuerung 6 zur Optimierung des Pumpe-Düse-Systems erfolgt elektronisch über z.B. einen Mikroprozessor, der den Einspritzzeitpunkt und die Kraftstoffmenge steuert, wobei dafür z.B. mit einem Temperaturfühler 7 einem Drosselklappen-Potentiometer 8 und einem Kurbelwinkelsensor 9 der Einspritzzeitpunkt lastabhängig ermittelt wird. Der Mikroprozessor steuert zweckmäßigerverweise auch die Zündanlage 10 der mit dem Pumpe-Düse-System mit Kraftstoff beschickten Kolbenzylindereinheit des Motors.

Durch diese Pumpe-Düse-Systeme wird die Kohlenwasserstoff-Emission im Vergleich zu anderen Zweitaktmotoren drastisch vermindert, wobei zugleich die Laufkultur, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen deutlich verbessert wird. Auch Kohlenmonoxid und das zur Schmierung zugeführte Öl werden in deutlich geringeren Mengen ausgestoßen, so daß ein solcher Zweitaktmotor bezüglich der Abgaswerte mit einem Viertaktmotor vergleichbar ist, aber den-

noch die zweitaktypische hohe Leistung bei geringem Gewicht aufweist.

Bei den oben beschriebenen Pumpe-Düse-Systemen wird der Kraftstoff-Kreislaufraum von einer Druckkammer und einem Förderkolben- bzw. Ankerraum gebildet, wobei die Druckkammer der durch ein Standdruckventil vom Druckraum abgetrennte Teilraumbereich ist, in dem auf den Kraftstoff die kinetische Energie des Ankers übertragen wird und wobei der Ankerraum der Teilraumbereich ist, in den der widerstandslos verdrängte Kraftstoff während des beschleunigten Teilhubs einfließen kann.

Der Ankerraum kann nach den bekannten Pumpe-Düse-Systemen über eine Gehäusebohrung mit einer Kraftstoffflutung- bzw. -spüleinrichtung in Verbindung stehen, so daß Kraftstoff während der Einspritzaktivität des Ankers und/oder während der Startphase der Pumpe bzw. des Motors durch diesen Teilraumbereich befördert werden kann. Durch diese Flutung bzw. Spülung mit z.B. kühlem und blasenfreiem Kraftstoff werden im Ankerraum befindlicher blasenhaltiger Kraftstoff entfernt, der Ankerraum sowie dessen Umgebung gekühlt und Blasenbildung infolge von Wärmeeinwirkung und/oder Kavitation weitgehend unterdrückt.

Unter besonderen Bedingungen insbesondere bei Einwirkung von Wärme auf den Kraftstoff, die im Pumpe-Düse-System während des Betriebes entstehen kann, z.B. durch die elektrische Energie und/oder Ankerreibung oder dergleichen, können Blasen in den Druckraum gelangen. Dies kann die Funktion des Pumpe-Düse-Systems und insbesondere den Einspritzvorgang beeinträchtigen.

Aufgabe der Erfindung ist, das Eindringen von Gasblasen in den Druckraum und insbesondere auch die Bildung von Gasblasen im Druckraum der eingangs beschriebenen Pumpe-Düse-Systeme weitestgehend zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unter-

ansprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung sieht demnach insbesondere eine Druckkammer in der die im Anker bzw. im Förderkoblenzelement gespeicherte Energie auf den Kraftstoff übertragen wird vor, wobei die Druckkammer durch die Anordnung des die widerstandslose Verdrängung unterbrechenden Ventils außerhalb des Ankerraums vom Ankerraum bzw. Ankerbereich separat ausgebildet ist. Hierdurch wird die im Ankerraum erzeugte Wärme nicht unmittelbar auf die Druckkammer übertragen, wodurch die Erwärmung des beim Einspritzvorgang komprimierten Kraftstoff und damit die Gefahr einer Blasenbildung erheblich reduziert wird. Zudem ist die Druckkammer frei zugänglich, so daß sie zur weiteren Kühlung beispielsweise mit Kühlrippen und/oder direkt mit einer Kraftstoffzuführleitung versehen werden kann, so daß sich in der Druckkammer nur "frischer" und somit kühler Kraftstoff befindet. Ferner kann die Druckkammer kleinluminig ausgebildet sein, so daß sich immer nur wenig Kraftstoff in der Druckkammer befindet und damit schon die Gefahr eines hohen Blasanteils vermindert wird.

Außerdem brauchen auf Grund des kleinen Flutraumes bei direkter Kraftstoffzufuhr auch nur geringe Kraftstoffmengen umgespült zu werden.

Die doppelte bzw. zweiseitige Axialführung des Ankers führt zur Reduzierung von z. B. durch Kippbewegung des Ankers, die vordem möglich waren, bewirkter Reibung und damit zur Verminderung von Wärmeentwicklung.

Die funktionsbehindernde Wirkung von Gasblasen und/oder die Erwärmung des Kraftstoffes werden nahezu ausgeschlossen.

Die doppelseitige axiale Ankerführung erbringt nicht nur im Zusammenshang mit den oben beschriebenen Problemen Abhilfe. Sie führt auch bei anderen bekannten Ausführungsformen der Pumpe-Düse-Systeme zur Vereinfachung der Raumform, zur Vereinfachung und damit auch Vergleichmäßigung der Bauform und zur Vereinfachung

chung der Montage des Ankers bzw. der Pumpe sowie insbesondere aber auch zur Verminderung von radialen Vibrationen des Ankers, die bei den bekannten Pumpe-Düse-Systemen aufgrund der lediglich einseitig axialen Führung und aufgrund von unvermeidbarem bzw. erforderlichem allzu hohe Reibung verminderndem Spiel zwischen Ankermantel und Zylinderwandung der Pumpe möglich sind und die die Reproduzierbarkeit der Einspritzvorgänge beeinträchtigen.

Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung im folgenden beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch die Anordnung einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung bei einem einzyklindrigem Zweitaktmotor;
- Fig. 2 schematisch im Längsschnitt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzpumpe;
- Fig. 3 im Querschnitt einen Anker der in Fig. 2 gezeigten Einspritzpumpe;
- Fig. 4 im Querschnitt einen Ventilkörper der in Fig. 2 gezeigten Einspritzpumpe;
- Fig. 5 schematisch im Längsschnitt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzpumpe;
- Fig. 6 schematisch im Längsschnitt ein Standdruckventil.

Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Eispritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen ist als elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe 1 ausgebildet, die nach dem Energiespeicherprinzip arbeitet, so daß Kraftstoff mit kurzen Druckstößen in die Brennkraftmaschine eingepritzt wird.

Ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Hubkolbenpumpe 1 ist in den Fig. 2 bis 4 gezeigt.

Die Hubkolbenpumpe 1 weist ein im wesentlichen langgestrecktes zylinderförmiges Pumpengehäuse 15 auf mit einer Ankerbohrung 16, einer Ventilbohrung 17 und einer Druckkammerbohrung 18, die jeweils hintereinander im Pumpengehäuse 15 eingebracht sind und einen sich durch das gesamte Pumpengehäuse 15 erstreckenden

Durchgang bilden. Die Ankerbohrung 16 ist in Einspritzrichtung hinter der Ventilbohrung 17 und die Druckkammerbohrung 18 ist in Einspritzrichtung vor der Ventilbohrung 17 angeordnet. Die Bohrungen 16, 17, 18 sind konzentrisch zur Längsachse 19 des Pumpengehäuses 15 angeordnet, wobei die Ankerbohrung 16 und die Druckkammerbohrung 18 jeweils einen größeren Innendurchmesser als die Ventilbohrung 17 aufweisen, so daß die Ankerbohrung 16 und die Ventilbohrung 17 durch eine erste Ringstufe 21 und die Ventilbohrung 17 und die Druckkammerbohrung 18 durch eine zweite Ringstufe 22 voneinander abgesetzt sind.

Die Ankerbohrung 16 begrenzt in Radialrichtung einen Ankerraum 23, in dem ein etwa zylinderförmiger Anker 24 in Längsachsrichtung hin- und herbeweglich angeordnet ist. Der Ankerraum ist in Axialrichtung nach vorne durch die erste Ringstufe 21 und nach hinten durch eine vordere Stirnfläche 25 eines zylindrischen Verschlußstopfens 26 begrenzt, der in das in Einspritzrichtung nach hinten offene Ende der Ankerbohrung 16 geschraubt ist.

Der Anker 24 ist aus einem im wesentlichen zylinderförmigen Körper mit einer in Einspritzrichtung vorderen und hinteren Stirnfläche 28, 29 und einer Mantelfläche 30 ausgebildet. Von der hinteren Stirnfläche 28 bis etwa zur Längsmitte des Ankers 24 ist am Ankerumfangsbereich Material abgenommen, so daß der Anker 24 eine von hinten nach vorne außen verlaufende Kegelfläche 31 hat. Der Anker 24 ist mit Spiel zwischen seiner Mantelfläche 30 und der Innenfläche der Ankerbohrung 16 eingesetzt, so daß bei einer Hin- und Herbewegung des Ankers 24 in der Ankerbohrung 16 dieser die Innenfläche der Ankerbohrung 16 nur bei Verkipplungen des Ankers 24 berührt, wodurch die Reibung zwischen dem Anker 24 und der Ankerbohrung 16 gering gehalten wird. Durch das Vorsehen der Kegelfläche 31 am Anker 24 wird die Berührungs- und damit die Reibfläche weiter vermindert, wodurch die Reibung zwischen dem Anker 24 und der Innenfläche der Ankerbohrung 16 und somit auch die Wärmeentwicklung weiter verringert wird. Der Anker 24 ist im Bereich seiner Mantelfläche 30 mit zumindest einer, vorzugsweise zwei oder mehreren in Längsachsrichtung ver-

laufenden Nuten 32 versehen. Der Anker 24 hat eine Querschnittsform (Fig. 3) mit zwei seitlich angeordneten Halbkreiselementen 24a und mit zwei breiten, flachen Nuten 32 im Bereich zwischen den Halbkreiselementen 24a. Zentral am Anker 24 ist in Längsachsrichtung eine durchgehende Bohrung 33 eingebracht.

In die Bohrung 33 des Ankers 24 ist ein Förderkolbenrohr 35 eingesetzt, das einen zentralen Durchgangsraum 36 bildet. An der vorderen Stirnfläche 29 des Ankers 24 sitzt ein Kunststoffring 37, der vom Förderkolbenrohr 35 durchgriffen wird. Auf dem Kunststoffring 37 stützt sich nach vorne eine Ankerfeder 38 ab, die sich bis zu einem entsprechenden korrespondierenden Lagerring 39 erstreckt. Dieser Lagerring 39 sitzt auf der ersten Ringstufe 21 in der Ankerbohrung 16.

Das Förderkolbenrohr 35 ist kraftschlüssig mit dem Anker 24 verbunden. Die Einheit aus Förderkolbenrohr 35 und Anker 24 wird nachfolgend als Förderkolbenelement 44 bezeichnet. Das Förderkolbenelement 44 kann auch einteilig bzw. einstückig ausgebildet sein.

In der Ventilbohrung 17 sitzt formschlüssig ein Führungsrohr 40, das sich nach hinten in den Ankerraum 23 in den Bereich innerhalb der Spiralfeder 38 erstreckt. Am in Einspritzrichtung vorderen Ende des Führungsrohrs 40 ist ein nach außen vorstehender Ringsteg 41 vorgesehen, der sich an der zweiten Ringstufe 22 nach hinten abstützt. Der Ringsteg 41 erstreckt sich radial nicht ganz bis zur Innenfläche der Druckkammerbohrung 18, so daß zwischen dem Ringsteg 41 und der Druckkammerbohrung 18 ein schmäler, zylinderförmiger Spalt 42 ausgebildet ist. Durch den Ringsteg 41 ist das Führungsrohr 40 gegen eine axiale Verschiebung nach hinten gesichert.

Das mit dem Anker 24 kraftschlüssig verbundene Förderkolbenrohr 35 erstreckt sich nach vorne bis in das Führungsrohr 40 und nach hinten in eine axiale Sackbohrung 43 des Verschlußstopfens 26 hinein, so daß das Förderkolbenrohr 35 sowohl an seinem in Ein-

spritzrichtung vorderem Ende 45 als auch an seinem hinteren Ende 46 geführt wird. Durch diese zweiseitige Führung an den Enden 45, 46 des langgestreckten Förderkolbenrohres 35 wird das Förderkolbenelement 44 verkippfrei geführt, so daß unerwünschte Reibung zwischen dem Anker 24 und der Innenfläche der Ankerbohrung 16 sicher vermieden werden.

Im vorderen Bereich des Führungsrohres 40 ist axial verschiebbar ein Ventilkörper 50 gelagert, der einen im wesentlichen zylindrisch-förmigen, langgestreckten, zapfenförmigen Vollkörper mit einer vorderen und hinteren Stirnfläche 51, 52 und einer Mantelfläche 53 bildet. Der Außendurchmesser des Ventilkörpers 50 entspricht der lichten Weite des Durchgangs im Führungsrohr 40. An der Mantelfläche 53 des Ventilkörpers 50 ist ein Ringsteg 54 vorgesehen, der etwa am Ende des vorderen Drittels des Ventilkörpers 50 angeordnet ist. Der Ringsteg 41 des Führungsrohres 40 bildet für den Ringsteg 54 des Ventilkörpers 50 in der Ruhelage des Ventilkörpers 50 ein Widerlager, so daß dieser nicht weiter nach hinten verschoben werden kann. Der Ventilkörper 50 ist an seinem Umfang mit drei in Längsachsrichtung verlaufenden Nuten 55 versehen (Fig. 4). Der Ringsteg 54 ist im Bereich der Nuten 55 unterbrochen.

Die hintere Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 ist an ihrem Randbereich konisch ausgebildet und wirkt mit der Stirnfläche des vorderen Endes 45 des Förderkolbenrohrs 35 zusammen. Die Raumform des vorderen Endes 45 des Förderkolbenrohrs 35 ist an die hintere Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 angepaßt, in dem die Innenkante des Förderkolbenrohrs 35 angefast ist und die Wandung des Förderkolbenrohrs 35 innen etwas abgetragen ist. Das Förderkolbenrohr 35 bildet somit mit seinem vorderen Ende 45 einen Ventilsitz 57 für den Ventilkörper 50. Liegt der Ventilkörper 50 mit seiner hinteren Stirnfläche 52 an dem Ventilsitz 57 an, so ist der Durchgang durch die im Bereich der Mantelfläche des Ventilkörpers 50 eingebrachten Nuten 55 versperrt.

Der aus dem Führungsrohr 40 nach vorne in die Druckkammerbohrung

18 vorstehende Bereich des Ventilkörpers 50 ist von einem Druckkammerkörper 60 umgeben, der aus einer Zylinderwandung 61 und einer vorderen Stirnwandung 62 besteht, wobei in die Stirnwandung 62 zentral ein Loch bzw. eine Bohrung 63 eingebracht ist. Der Druckkammerkörper 60 steckt mit seiner zylinderförmigen Wandung 61 formschlüssig in der Druckkammerbohrung 18, wobei er mit seiner an dem freien Ende der Zylinderwandung 61 liegenden Stirnflächen 64 an dem nach außen vorstehenden Ringsteg 41 des Führungsrohres 40 anstoßend angeordnet ist, wobei im Druckkammerkörper 60 radiale Durchgangsbohrungen 65 vorgesehen sind, die eine Verbindung der Druckkammer 66 mit der Kraftstoffzuführbohrung 76 schafft.

Der Druckkammerkörper 60 begrenzt mit seinem Innenraum eine Druckkammer 66, in die der Ventilkörper 50 eintauchen und den in der Druckkammer 66 befindlichen Kraftstoff unter Druck setzen kann. Die Druckkammer hat an ihrem in Einspritzrichtung hinteren Bereich, der sich etwa über die Hälfte der Länge des Druckkammerkörpers 60 erstreckt, eine größere lichte Weite als im vorderen Bereich. Die größere lichte Weite im hinteren Bereich ist so bemessen, daß der Ventilkörper 50 mit seinem Ringsteg 54 und einem geringen Spiel in die Druckkammer 66 eintauchen kann, wohingegen die lichte Weite des vorderen Bereiches so bemessen ist, daß nur für den vom Ringsteg 54 sich nach vorne erstreckenden Bereich des Ventilkörpers 50 und eine diesen Bereich umgebende Schraubenfeder 67 ausreichend Raum ist. Hierdurch ist die Druckkammer 66 nur geringfügig größer ausgebildet, als der beim Einspritzvorgang ausgeführten Stoßbewegung des Ventilkörpers 50 beanspruchte Raum.

Die Schraubenfeder 67 sitzt mit einem Ende innen an der Stirnwandung 62 des Druckkammerkörpers 60 und liegt mit ihrem anderen Ende am Ventilkörper 50 und insbesondere an dessen Ringsteg 54 an, so daß sie den Ventilkörper 50 und den Druckkammerkörper 60 auseinanderdrückt.

Der Druckkammerkörper 60 ist in Einspritzrichtung nach vorne

durch ein Anschlußstück 70 axial fixiert, das in das nach vorne offen Ende der Druckkammerbohrung 18 geschraubt ist. Das Anschlußstück 70 begrenzt die Lage des Druckkammerkörpers 60 in Axialrichtung nach vorne, so daß durch die Schraubenfeder 67 der Ventilkörper 50 nach hinten vorgespannt ist. Außenseitig ist das Anschlußstück mit einer Mündung 71 zum Anschließen einer Kraftstoffförderleitung 72 (Fig. 1) ausgebildet. Das Anschlußstück 70 weist eine in Längsachsrichtung durchgehende Bohrung 73 auf, in der ein Standdruckventil 74 untergebracht ist. Das Standdruckventil ist vorzugsweise angrenzend zu dem Druckkammerkörper 60 angeordnet.

Der Druckkammerkörper 60 ist an seiner Außenfläche mit einer Ringnut 68 versehen, in der ein Kunststoffdichtring 69 lagert, der den Druckkammerkörper 60 gegenüber der Innenfläche der Druckkammerbohrung 18 abdichtet.

Für die Zufuhr von Kraftstoff ist am Pumpengehäuse 15 eine Kraftstoffzufuhr-Öffnung 76 im Bereich der Druckkammerbohrung 18 eingebracht, so daß sie mit den Bohrungen 65 im Druckkammerkörper 60 kommunizieren kann. Außenseitig am Pumpengehäuse 15 ist die Kraftstoffzufuhr-Öffnung 76 von einer Fassung 77 für ein Kraftstoffzufuhr-Ventil 78 umgeben, das in die Fassung 77 geschraubt ist. Das Kraftstoffzufuhr-Ventil 78 ist als Einwegventil mit einem Ventilgehäuse 79 ausgebildet. Das Ventilgehäuse 79 weist zwei axial fluchtende Bohrungen 80, 81 auf, wobei die pumpengehäuseseitige Bohrung 80 einen größeren Innendurchmesser als die Bohrung 81 hat, so daß zwischen den beiden Bohrungen eine Ringstufe ausgebildet ist, die einen Ventilsitz 82 für eine Kugel 83 bildet. Die Kugel 83 ist durch eine Feder 84, die sich im Bereich um die Kraftstoffzufuhr-Öffnung 76 am Pumpengehäuse 15 in der Bohrung 80 abstützt, gegen den Ventilsitz 82 vorgespannt, so daß unter Druck von außen zugeführter Kraftstoff die Kugel 83 vom Ventilsitz 82 hebt, so daß der Kraftstoff durch die Bohrung 80 und die Kraftstoffzufuhr-Öffnung 76 in die Druckkammerbohrung 18 zuführt wird.

Von der Druckkammer 66 erstreckt sich durch die Nuten 55 des Ventilkörpers 50, dem Abstand zwischen dem Ventilsitz 57 des Förderkolbenrohrs 35 und der hinteren Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 und den Durchgangsraum 36 des Förderkolbenrohres 35 ein Durchgang bis in das Sackloch 43 des Verschlußstopfens 26. Das Sackloch bzw. die Sackbohrung 43 ist in Längsachsrichtung verlaufend angeordnet und mündet in den Ankerraum 23, wobei sich das Sackloch 43 etwa über zwei Drittel bis drei Viertel der Länge des Verschlußstopfens 26 erstreckt. Vom hinteren Bereich des Sackloches 43 erstreckt sich eine, vorzugsweise zwei oder mehrere lange Bohrungen 88 zum Peripheriebereich 89 der vorderen Stirnfläche 25 des Verschlußstopfens 26, so daß eine kommunizierende Verbindung zwischen Ankerraum 23 und dem Sackloch 43 hergestellt ist.

Am Peripheriebereich der ersten Ringstufe ist eine nach außen führende Bohrung 90 als Kraftstoff-Ablauföffnung eingebracht. Die Bohrung 90 wird außen durch einen Anschlußstutzen 91 zum Anschluß einer Kraftstoff-Rücklaufleitung 92 (Fig. 1) verlängert.

Der zylindrische Verschlußstopfen 26 weist auf seiner Mantelfläche ein umlaufenden, nach außen vorstehenden Ringsteg 93 auf. Der Ringsteg 93 dient unter anderem auch zur axialen Fixierung eines das Pumpengehäuse 15 außen umgreifenden Feststellring 94 bzw. eines unmittelbar an den Feststellring 94 angrenzend angeordneten Spulengehäusezylinders 95. Der Feststellring 94 bildet im Querschnitt zwei zueinander rechtwinklig angeordnete Schenkel 96, 97, wobei der eine Schenkel 96 an der Außenseite des Pumpengehäuses 15 anliegt und der andere Schenkel 97 nach außen vorsteht und am Spulengehäusezylinder anliegt. Der Spulengehäusezylinder 95 besteht aus einer Zylinderwandung 98 und aus einem Zylinderboden 99, der seitlich an der Zylinderwandung 98 nach innen zeigend angebunden ist und ein Loch aufweist, so daß der Spulengehäusezylinder 95 von hinten auf das Spulengehäuse 15 mit dem Zylinderboden 99 nach hinten zeigend aufgeschoben wird, bis die Zylinderwandung 98 an einer vom Spulengehäuse 15

senkrecht nach außen vorstehenden Gehäusewandung 100 anstößt und so eine Ringkammer 101 mit etwa rechteckigem Querschnitt zur Aufnahme einer Spule 102 begrenzt.

Der Spulengehäusezylinder 95 und der Feststellring 94 sind somit zwischen der Gehäusewandung 100 und dem Ringsteg 93 des Verschlußstopfens 26 eingeklemmt und in ihrer Axiallage fixiert. Der Schenkel 96 des Feststellrings 94 ist am inneren Rand seiner Stirnfläche angefast, wobei zwischen der darin ausgebildeten Fase und dem Ringsteg 93 ein Dichtungsring 103, wie z. B. ein O-Ring eingeklemmt ist.

Die Spule 102 ist im Querschnitt etwa rechteckförmig und in einem im Querschnitt U-förmigen Tragkörperzylinder 104 mittels Epoxidharz eingegossen, so daß die Spule 102 und der Tragkörperzylinder 104 ein einteiliges Spulenmodul bilden. Der Tragkörperzylinder 104 hat eine Zylinderwandung 105 und zwei Seitenwandungen 106, 107, die radial von der Zylinderwandung 105 abstehen und den Raum für die Spule 102 begrenzen, wobei sich die Zylinderwandung 105 seitlich über die hintere Seitenwandung 106 hinaus erstreckt, so daß deren Stirnfläche 108, die Stirnfläche 109 der Seitenwandungen 106, 107 und die Innenflächen der Zylinderwandung 106 und die vordere Seitenwandung 107 formschlüssig in der Ringkammer 101 anliegen.

In dem Bereich des Pumpengehäuses 15, der zwischen der Spule 102 und dem Ankerraum 23 angeordnet ist, ist ein Material 110 mit geringer magnetischer Leitfähigkeit, z.B. Kupfer, Aluminium, rostfreier Stahl, zur Vermeidung eines magnetischen Kurzschlusses zwischen der Spule 102 und dem Anker 24 eingebracht.

Ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzpumpe ist in Fig. 5 dargestellt.

Die Hubkolbenpumpe 1 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel hat im wesentlichen den gleichen Aufbau wie die oben beschriebene Hubkolbenpumpe 1, so daß Teile mit gleicher Raumform und glei-

cher Funktion mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

Die Hubkolbenpumpe 1 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist in ihrer Längserstreckung kürzer ausgebildet als die Hubkolbenpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, wobei die Verkürzung im wesentlichen durch Verwendung einer Kugel 50a als Ventilkörper erzielt wird. Der Ringsteg 41 des Führungsrohres 40 bildet in der Ruhelage für die Kugel 50a ein Widerlager, so daß diese nicht weiter nach hinten verschoben werden kann. Der Ringsteg 41 ist mit einem an die Kugelform angepaßten ringförmigen Kugelsitz 41a ausgebildet, so daß die Kugel 50a bereichsweise formschlüssig an dem Ringsteg 41 anliegt.

Die Kugel 50a hat eine glatte Oberfläche, weshalb in dem Kugelsitz 41a Nuten 41b eingebracht sind, die die Druckkammer 66 mit dem Spalt zwischen dem Ventilsitz 57 des Förderkolbenrohres 35 und der Oberfläche der Kugel 50a verbindet, wenn diese auf Abstand zu dem Ventilsitz 57 angeordnet ist. Durch das Vorsehen der Nuten 41b wird die Durchspülung der Druckkammer 66 ermöglicht.

Der Verschlußstopfen 26a dieses Ausführungsbeispiels weist eine von der vorderen Stirnfläche 25 sich erstreckende zentrale erste Bohrung 120 auf, in der das Förderkolbenrohr 35 geführt ist und die dem Sackloch 43 des Verschlußstopfens 26 des ersten Ausführungsbeispiels entspricht. Die erste Bohrung 120 mündet in eine zweite Bohrung 121 des Verschlußstopfens 26a. Die Bohrungen 120, 121 sind konzentrisch zur Längsachse 19 des Pumpengehäuses 15 bzw. des Verschlußstopfens 26a angeordnet. Die zweite Bohrung 121 erstreckt sich bis zur hinteren Stirnfläche 122 des Verschlußstopfens 26a und ist mit einem Innengewinde zur Aufnahme eines Anschlußstutzens 91a zum Anschluß einer Kraftstoff-Rücklaufleitung 92 versehen. In der Ausgangsstellung erstreckt sich somit der Strömungsweg zur Spülung durch das Förderkolbenrohr 35 vom Kraftstoffzufuhr-Ventil 78 in die Druckkammer 66 durch die Nuten 41b in den Spalt zwischen dem Ventilsitz 57 und der Kugel 50a und durch den Durchgangsraum 36 des Förderkolbenrohres 35 in

die Bohrung 121 bzw. durch den Anschlußstutzen 91a in die Kraftstoff-Rücklaufleitung 92. Dieser Strömungsweg führt somit nicht durch den Ankerraum 23.

Zur Spülung des Ankerraums 23 ist ein Querstromweg vorgesehen, der eine Querstrombohrung 125 aufweist, die sich zwischen der Bohrung 81 des Ventilgehäuses 79 und dem Ankerraum 23 erstreckt und diese miteinander verbindet. Die Bohrung 81 des Ventilgehäuses 79 liegt außerhalb des Kraftstoffzufuhr-Ventils 78, so daß der zugeführte Kraftstoff direkt ohne jegliche Engstellen in den Ankerraum 23 geleitet wird. Vom Ankerraum 23 strömt der Kraftstoff durch die Bohrungen 88 im Verschlußstopfen 26a in die zweite Bohrung 121, in der der Anschlußstutzen 91a sitzt, und durch den Anschlußstutzen 91a in die Kraftstoff-Rücklaufleitung 92. Der Querstromweg bildet somit eine Art Bypass zu dem Strömungsweg durch den Durchgangsraum 36 des Förderkolbenrohres 35.

Der Querstromweg ist vorteilhaft bei einer starken Wärmeentwicklung im Ankerraum 23, da der Ankerraum 23 mit kühlem Kraftstoff gespült wird, wobei die Spülung des Ankerraums 23 mit einem hohen Durchsatz erfolgt, da der Querstromweg keinerlei Engstellen, wie z.B. Ventil- oder Nutdurchgänge aufweist, die die Strömung behindern würden.

Das Vorsehen des Querstromwegs ermöglicht eine Spülung des Ankerraums 23 ohne eine zusätzliche Kraftstoffpumpe, die den zugeführten Kraftstoff unter einen Vordruck setzt, da aufgrund der Saugwirkung der Hubkolbenpumpe 1 auch Kraftstoff in den Querstromweg befördert wird.

In bestimmten Anwendungsfällen, insbesondere bei geringer Wärmeentwicklung, kann es zweckmäßig sein, den Ankerraum 23 trockenzulegen, um einen möglichst freigängigen Anker 24 zu erhalten. Hierzu wird weder die Querstrombohrung 125 noch die Bohrungen 88 im Verschlußstopfen 26a eingebracht, so daß der Ankerraum 23 vom Strömungsweg getrennt ist.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung anhand des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung erläutert.

Ist der Stromfluß durch die Spule 102 unterbrochen, so wird der Anker 24 durch die Spiralfeder 38 nach hinten gegen den Verschlußstopfen 26 gedrückt, an welchem er mit seiner rückseitigen Stirnfläche 49 anliegt. Das ist die Ausgangsstellung des Ankers 24, bei der das Förderkolbenrohr 35 mit seinem Ventilsitz 57 von der hinteren Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 mit einem Abstand s, beabstandet angeordnet ist.

In dieser Ausgangsstellung wird vom Kraftstofftank 111 mittels einer Kraftstoffpumpe 112 und einer Kraftstoffzuführleitung 113 ein unter einem Vordruck stehender Kraftstoff durch das Kraftstoffzuführ-Ventil 78 in die Druckkammer 66 zugeführt. Von der Druckkammer 66 strömt der Kraftstoff durch die im Mantelbereich des Ventilkörpers 50 eingebrachten Nuten 55 durch das Führungsröhr 40 in den Spalt zwischen dem Ventilsitz 57 des Förderkolbenrohres 35 und der hinteren Stirnfläche 52 des Ventilkörpers und durch den Durchgangsraum 36 des Förderkolbens 35 in das Sackloch 43 des Verschlußstopfens 26. Aus dem hinteren Endbereich des Sackloches 43 strömt der unter Druck stehende Kraftstoff durch die Bohrungen 88 des Verschlußstopfens 26 hindurch und flutet den Ankerraum, wobei die Bereiche des Ankerraums vor und hinter dem Anker 24 durch die im Anker 24 eingebrachten Nuten 32 miteinander kommunizierend verbunden sind, so daß der gesamte Ankerraum mit Kraftstoff gefüllt wird. Durch die Bohrung 90 und den Anschlußstutzen 91 wird der Kraftstoff durch eine Kraftstoffrücklaufleitung 92 zurück in den Kraftstofftank 111 geleitet.

Somit besteht in der Ausgangsstellung des Förderkolbenelements 44 ein sich vom Kraftstoffzuführ-Ventil 78 über die Druckkammer 66, dem Durchgangsraum 36 des Förderkolbens 35, dem Sackloch 43 und den Bohrung 88 im Verschlußstopfen 26, dem Ankerraum 23 und der Bohrung 90 mit dem Anschlußstutzen 91 erstreckender Strö-

mungsweg für den Kraftstoff, so daß Kraftstoff kontinuierlich zugeführt und durch den Durchgang gespült, wobei die Druckkammer immer mit frischem, kühlem Kraftstoff direkt aus dem Kraftstofftank 111 versorgt und geflutet wird.

Der durch die Kraftstoffpumpe 112 erzeugte Vordruck ist größer als der im Strömungsweg entstehende Druckabfall, so daß eine kontinuierliche Spülung der Hubkolbenpumpe 1 gewährleistet ist, und ist kleiner als der Durchlaßdruck des Standdruckventils 74, so daß in der Ausgangsstellung des Förderkolbenelements 44 kein Kraftstoff in den Brennraum 4 gefördert wird.

Wird die Spule 102 durch Anlegen eines elektrischen Stromes erregt, wird durch das hierbei erzeugte Magnetfeld der Anker 24 nach vorne in Stoß- bzw. Einspritzrichtung bewegt. Der Bewegung des Ankers 24 und dem damit kraftschlüssig verbundenen Förderkolbenrohr 35 wirkt während eines Vorhubes über die Länge s, (entspricht dem Abstand zwischen dem Ventilsitz 57 des Förderkolbenrohrs 35 und der rückseitigen Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 in der Ausgangsstellung) nur die Federkraft der Feder 38 entgegen. Die Federkraft der Feder 38 ist so weich ausgebildet, daß der Anker 24 nahezu ohne Widerstand bewegt wird, aber dennoch für eine Rückführung des Ankers 24 in seine Ausgangsstellung genügt. Der Anker 24 "schwimmt" in dem mit Kraftstoff gefüllten Druckraum 23, wobei der Kraftstoff zwischen den Bereichen vor und hinter dem Anker 24 im Ankerraum 23 beliebig hin- und herströmen kann, so daß kein dem Anker 24 entgegenstehender Druck aufgebaut wird. Das Förderkolbenelement 44, bestehend aus Anker 24 und das Förderkolbenrohr 35, wird somit kontinuierlich beschleunigt und speichert kinetische Energie.

Am Ende des Vorhubs schlägt das Förderkolbenelement 44 mit dem Ventilsitz 57 auf die rückseitige Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 auf, so daß dieser schlagartig nach vorne gedrückt wird. Da das Förderkolbenrohr 35 mit seinem Ventilsitz 57 nun an der rückseitigen Stirnfläche 52 des Ventilkörpers 50 anliegt, ist der Strömungsweg von der Druckkammer zu dem Durchgangsraum 36

des Förderkolbenrohres 35 unterbrochen, so daß der Kraftstoff aus der Druckkammer 66 nicht mehr nach hinten entweichen kann. Der Kraftstoff wird somit durch die Vorschubbewegung des Ventilkörpers 50 in der Druckkammer 66 verdrängt, wobei er unter Druck gesetzt wird. Das Kraftstoffzufuhr-Ventil 78 ist nunmehr geschlossen, da sich in der Druckkammer und in der Bohrung 80 des Kraftstoffzufuhr-Ventils 78 ein Druck aufbaut, der größer ist als der Druck, mit dem der Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe zugeführt wird. Ab einem vorbestimmten Druck öffnet sich dann das Standdruckventil 74, so daß der in der Förderleitung befindliche zwischen der Einspritzdüse 2 und der Hubkolbenpumpe 1 Kraftstoff auf einen vorbestimmten Druck komprimiert wird, der beispielsweise bei 60 bar liegt und durch den Durchlaßdruck der Einspritzdüse 2 festgelegt ist. Mit dem Aufschlagen des Förderkolbens 44 wird somit die in der Bewegung des Förderkolbenelements gespeicherte Energie schlagartig auf den in der Druckkammer 66 befindlichen Kraftstoff übertragen.

Die Einspritzdüse 2 spritzt den Kraftstoff direkt in den Zylinder 5 des Verbrennungsmotor ein, wobei der Kraftstoff durch die Düse 2 auf Grund des hohen Drucks, der mit der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung erreicht wird, fein zerstäubt wird.

Das Standdruckventil 74 ist ein Rückschlagventil, wobei derartige Rückschlagventile herkömmlicherweise eine Bohrung in einem Ventilsitz aufweisen, gegen den ein starrer Ventilkörper durch eine Feder gedrückt wird. Die herkömmlichen Standdruckventile 74 verschließen die Zuleitung zur Kraftstoffförderleitung 72 sehr schnell und sicher. Hierbei verbleibt in der Kraftstoffförderleitung 72 ein Standdruck, der oftmals nur wenig geringer ist als der Öffnungsdruck der Einspritzdüse 2.

Durch Temperaturschwankungen kann der Druck in der Kraftstoffförderleitung 72 sich verändern, so daß die Einspritzdüse öffnet und Kraftstoff zu einem unbestimmbaren Zeitpunkt in den Brennraum eintritt, wodurch die Schadstoffwerte in den Abgasen erheblich erhöht werden.

And rerseits soll das Standdruckventil 74 in der Kraftstoffförderleitung 72 ein gewisses permanentes Druckniveau von etwa 5 bis 10 bar aufrechterhalt n, um eine Dampfblasenbildung zu verhindern.

Deshalb ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Standdruckventil vorzusehen, das ein unbeabsichtigtes Eindringen von Kraftstoff in den Brennraum ausschließt und insbesondere auch eine Dampfblasenbildung verhindert.

Die Aufgabe wird durch ein Standdruckventil mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst. Dabei wird die Zuleitung zur Kraftstoffförderleitung schnell und sicher verschlossen und ein Standdruck in der Kraftstoffförderleitung bewirkt, der ein Niveau einnimmt, das deutlich unterhalb des Durchlaßdrucks der Einspritzdüse und oberhalb des zur Vermeidung einer Dampfblasenbildung notwendigen Niveaus liegt.

Das erfindungsgemäße Standdruckventil 74 weist als Ventilkörper eine flache, elastische Membran 200 auf, die gegen eine Ventilsitzeinrichtung 201 von einer Feder 202 gedrückt wird (Fig. 6).

In der geöffneten Stellung des Standdruckventils 74 wird von der Standdruckventilaußenseite bzw. der Druckkammer 66 Kraftstoff unter Hochdruck in Richtung Einspritzdüse 2 gefördert, wobei die Membran 200 vom Ventilsitz 201 abgehoben wird. Dabei stellt sich auf beiden Seiten der Membran 200 derselbe Druck ein, so daß der an beiden Flachseiten der Membran 200 anliegende Druck im Gleichgewicht ist. Die Membran nimmt hierbei eine ebenflächige Form an.

Vermindert sich der Druck von der Standdruckventilaußenseite, so drückt die Feder 202 die Membran 200 auf den Ventilsitz 201, wobei bei einem vorbestimmten Schließdruck das Standdruckventil geschlossen wird. Vermindert sich der Druck an der Standdruckventilaußenseite weiter, so wird die Membran 200 von dem federseitig herrschenden Druck nach außen zur Druckkammer 66 hin

gewölbt, so daß sich der in der Kraftstoffförderleitung 72 befindliche Kraftstoff etwas ausdehnen bzw. ausbreiten kann, wodurch sein Druckniveau abgesenkt wird. Somit kann durch das Vorsehen der elastischen Membran 200 nach dem Schließen des Standdruckventils 74 ein weiterer Druckabfall unter den Schließdruck des Standdruckventils 74 erfolgen. Ferner können in der Kraftstoffförderleitung 72 auftretende Druckschwankungen durch die Elastizität der Membran 200 ausgeglichen werden, so daß eine unbeabsichtigte Druckzunahme in der Kraftstoffförderleitung 72 und damit ein unbeabsichtigtes Öffnen der Einspritzdüse vermieden wird.

Vorzugsweise ist das Standdruckventil 74 so ausgebildet, daß die Feder 202 die Membran 200 in einen Bereich beaufschlägt, der axial innerhalb der Abstützung der Membran 200 auf den Ventilsitz 201 liegt, so daß die Membran 200 durch die Federwirkung der Feder 202 am Ventilsitz 201 grundsätzlich gewölbt wird.

Die Membran 200 kann aus Gummi oder Metall ausgebildet sein, wobei eine Gummimembran zweckmäßigerweise mit einem die Membran verstifenden Metallrahmen eingefaßt ist.

**Ansprüche**

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet und als Hubkolbenpumpe mit einem Förderkolbenelement (44) ausgebildet ist, das während einer nahezu widerstandslosen Beschleunigungsphase kinetische Energie speichert, die schlagartig auf in einer Druckkammer (66) befindlichen Kraftstoff übertragen wird, so daß ein Druckstoß zum Abspritzen von Kraftstoff durch eine Einspritzdüseneinrichtung erzeugt wird, wobei das die widerstandslose Beschleunigungsphase unterbrechende Mittel ein Ventil ist, das einen Ventilkörper (50) und einen am Förderkolbenelement (44) ausgebildeten Ventilsitz (57) umfaßt und zum Erzeugen des Druckstoßes die Druckkammer (66) schließt, wodurch die kinetische Energie des Förderkolbenelements (44) auf den in der Druckkammer (66) eingeschlossenen Kraftstoff übertragen wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Ventilsitz (57) und der Ventilkörper (50) an dem in Einspritzrichtung vorne liegendem Ende (45) des Förderkolbenelements (44) angeordnet sind, so daß die Druckkammer (66) räumlich getrennt vom Förderkolbenelement (44) ausgebildet ist.
2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Druckkammer (66) mit einer Kraftstoffzufuhr-Öffnung (76) zum Zuführen von Kraftstoff versehen ist, wobei die Kraftstoffzufuhr-Öffnung (76) an einem die Druckkammer (66) umgebenden Pumpengehäuse (15) angeordnet ist und mit einer Kraftstoff-Zufuhrleitung (113) verbunden ist, so daß dem Druckkammer (66) frischer, insbesondere unter Druck stehender Kraftstoff zugeführt wird.

3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1 und/oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung als elektromagnetisch betäigte Hubkolbenpumpe (1) mit einer Magnetspule (102) und dem von der Spule (102) angetriebenen Förderkolben-Element (44) ausgebildet ist, wobei das Förderkolben-Element (44) einen etwa zylinderförmigen Anker (24) und ein langgestrecktes Förderkolbenrohr (35) aufweist, wobei sich die Enden (45, 46) des Förderkolbenrohrs (35) in Längsachsrichtung über den Anker (24) hinaus erstrecken und jeweils formschlüssig und in Längsachsrichtung verschiebbar in Ausnehmungen gelagert sind.
4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Förderkolbenrohr (35) kraftschlüssig mit dem Anker (24) verbunden ist, wobei am vorderen Ende (45) des Förderkolbenrohrs (35) der Ventilsitz (57) angeordnet ist.
5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (50) ein langgestreckter im wesentlichen zylinderförmiger Vollkörper ist, der in einem Führungsrohr (40) axial verschiebbar gelagert ist, wobei der Ventilkörper (50) an seinem Umfang mit in Längsrichtung verlaufenden Nuten (55) versehen ist, die einen Durchgang von der Druckkammer in einen Durchgangsraum (36) innerhalb des Förderkolbenrohres (35) bilden, wobei der Durchgang versperrt ist, wenn das Förderkolbenrohr (35) mit seinem Ventilsitz (57) am Ventilkörper (50) anliegt, wodurch die Druckkammer (66) geschlossen ist.
6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper eine Kugel (50a) ist, wobei ein Kugelsitz (41a) vorgesehen ist, der für die Kugel (50a) ein Widerlager bildet, so daß sie nicht weiter nach hinten

verschoben werden kann, und der Kugelsitz (41a) mindestens eine Nut (41b) aufweist, die einen Durchgang von einer der Druckkammern (66) in einen Durchgangsraum (36) innerhalb des Förderkolbenrohres (35) bildet, wobei der Durchgang versperrt ist, wenn der Ventilsitz (57) am Ventilkörper (50) anliegt, wodurch die Druckkammer (66) geschlossen ist.

7. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der etwa zylinderförmige Anker (24) eine in Einspritzrichtung vordere und hintere Stirnfläche (28, 29) und eine Mantelfläche (30) aufweist, und eine von der hinteren Stirnfläche (28) bis etwa zur Längsmitte des Ankers (24) von hinten nach vorne außen verlaufende Kegelfläche (31) aufweist.
8. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Hubkolbenpumpe (1) ein Pumpengehäuse (15) mit einer Ankerbohrung (16) aufweist, in der ein Ankerraum (23) durch die Ankerbohrung (16), in Einspritzrichtung nach hinten durch einen Verschlußstopfen (26, 26a) und in Einspritzrichtung nach vorne durch eine erste Ringstufe (21) begrenzt ist, in dem der Anker (24) durch eine Magnetspule (102) und eine in Längsachsrichtung den Anker (24) beaufschlagende Feder (38) hin- und herbewegt wird, wobei der Anker (24) an seinem Mantelbereich mit mindestens zwei möglichst in symmetrischer Verteilung am Umfang in Längsachsrichtung verlaufenden Nuten (32) ausgebildet ist.
9. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Anker (24) einen Ausgangszustand durch die Federwirkung der Feder (38) einnimmt, wenn die Spule (102) stromlos geschaltet ist, und in diesem Ausgangszustand von

der Druckkammer (66) durch die Nuten (55) des Ventilkörpers (50) und dem Durchgangsraum (36) des Förderkolbenrohrs (35) und durch ein Sackloch (43) bzw. eine oder mehrere Bohrungen (88) im Verschlußstopfen (26) ein durchgehender Strömungsweg für zugeführten insbesondere unter Druck stehenden Kraftstoff ausgebildet ist.

10. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ankerraum (23) über eine nach außen führende Bohrung (90) und einen Anschlußstutzen (91) mit einer Kraftstoff-Rücklaufleitung (92) verbunden ist.
11. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 8 oder Anspruch 8 und Anspruch 9 und/oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlußstopfen (26a) mit einer durchgehenden Bohrung versehen ist, mit der Kraftstoff aus der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung in die Kraftstoff-Rücklaufleitung (92) abgeführt wird.
12. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Querstrombohrung (125) vorgesehen ist, durch die Kraftstoff direkt dem Ankerraum (23) zugeführt werden kann, und der Verschlußstopfen (26a) Bohrungen (88) aufweist, die den Ankerraum (23) mit der durchgehenden Bohrung des Verschlußstopfens (26a) verbinden, so daß ein Querstromweg zum Spülen des Ankerraums (23) gebildet wird, der unabhängig von einem Durchgangsraum (36) im Förderkolbenelement (44) ist.
13. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 2 oder Anspruch 2 und einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkammer (66) durch ein Standdruckventil (74) begrenzt ist, das sich ab einem vorbestimmten Druck öffnet

- und den Durchgang in eine Kraftstoffförderleitung (72) zu einer Einspritzdüse (2) freimacht.
14. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkammer (66) nur geringfügig größer ist, als der beim Einspritzvorgang ausgeführten Stoßbewegung des Ventilkörpers (50) beanspruchte Raum.
15. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 14, die nach dem Festkörper Energiespeicher-Prinzip arbeitet, wobei ein Förderkolbenelement (44) vorgesehen ist, das während einer nahezu widerstandslosen Beschleunigungsphase kinetische Energie speichert, die schlagartig auf einen in einer Druckkammer (66) befindlichen Kraftstoff übertragen wird, so daß ein Druckstoß zum Abspritzen von Kraftstoff durch eine Einspritzdüseneinrichtung erzeugt wird, wobei die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung als elektromagnetisch betätigte Hubkolbenpumpe (1) ausgebildet ist und das Förderkolbenelement (44) einen Anker (24) und einen langgestreckten etwa zylinderförmigen Pumpkolben bzw. ein langgestrecktes Förderkolbenrohr (35) umfaßt, der mit dem Anker (24) kraftschlüssig verbunden ist und sich in Längsachrichtung über den Anker (24) hinaus erstreckt, wobei die Enden (45, 46) des zylinderförmigen Pumpenkolbens bzw. des Förderkolbenrohres (35) jeweils formschlüssig in Ausnehmungen geführt sind.
16. Verwendung einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 15, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet, um Kraftstoff in eine Zweitakt-Brennkraftmaschine einzuspritzen.
17. Standdruckventil für eine nach dem Energiespeichersystem arbeitende Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 mit einem Ventilkörper, der

von einer Feder (202) im geschlossenen Zustand des Standdruckventils gegen einen Ventilsitz (201) elastisch beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Ventilkörper eine elastische Membran (200) ist.

18. Standdruckventil nach Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Membran (200) die Form einer Scheibe aufweist.
19. Standdruckventil nach Anspruch 17 und/oder 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Membran (200) aus einem Metallplättchen besteht.
20. Standdruckventil nach Anspruch 17 und/oder 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Membran (200) aus einer Gummischeibe besteht, die von einem Metallrahmen eingefäßt ist.
21. Standdruckventil nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Feder (202) die Membran (200) in einem Bereich beaufschlagt, der axial innerhalb des Ventilsitzes (201) angeordnet ist.

1/5

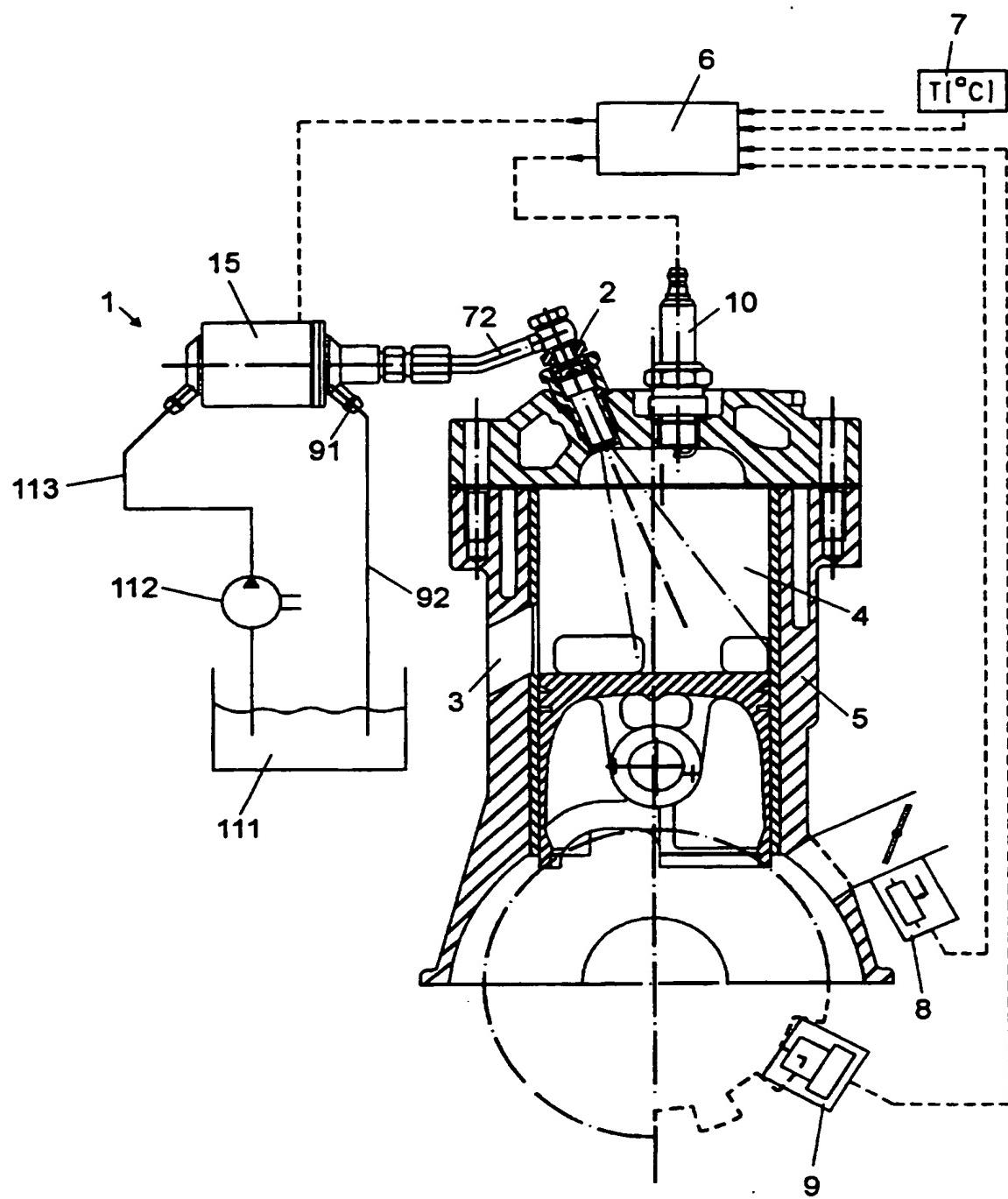
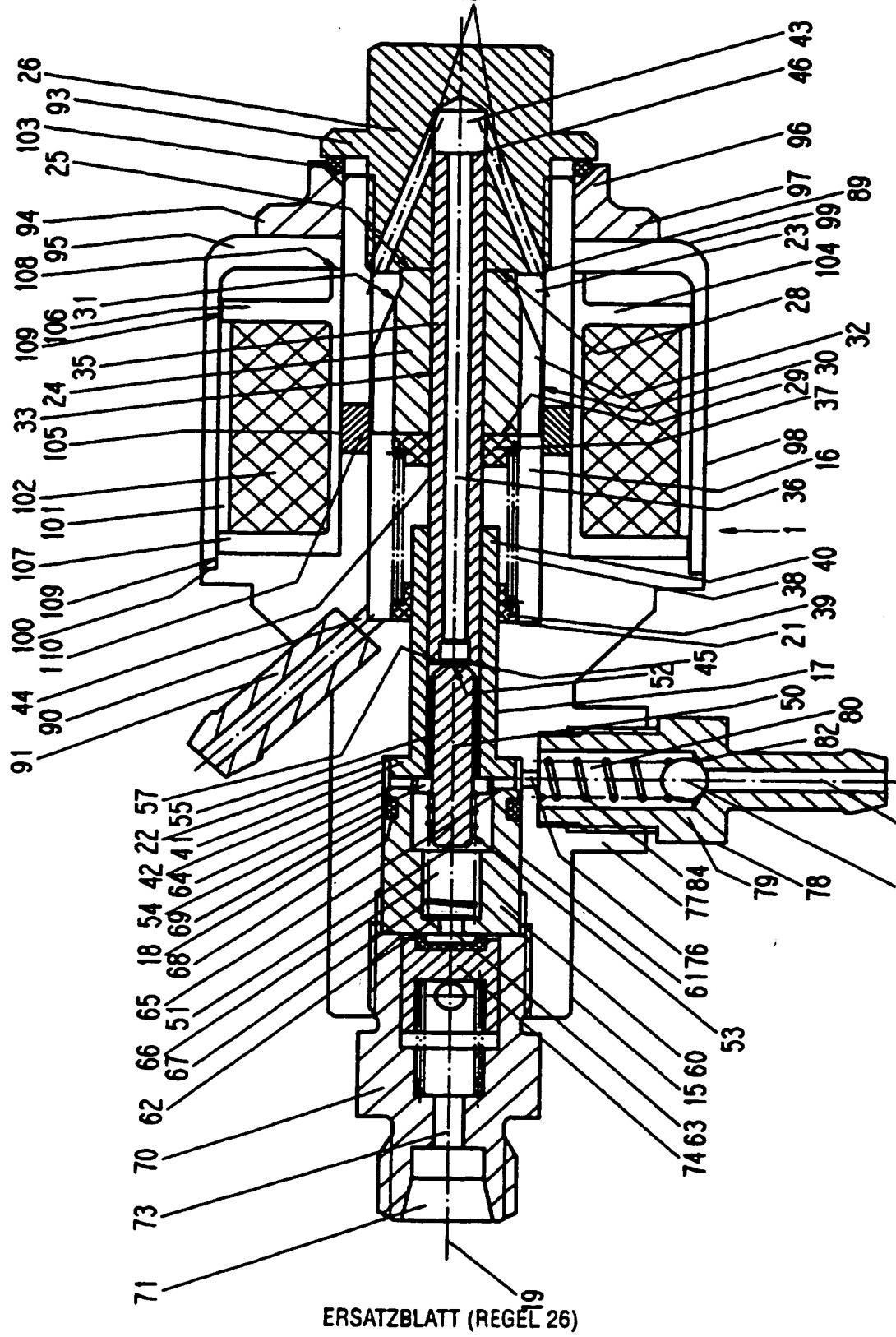


Fig. 1

2 / 5



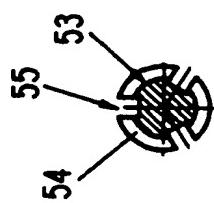


Fig.4

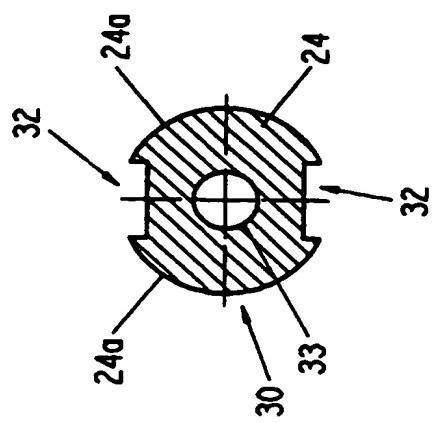


Fig.3

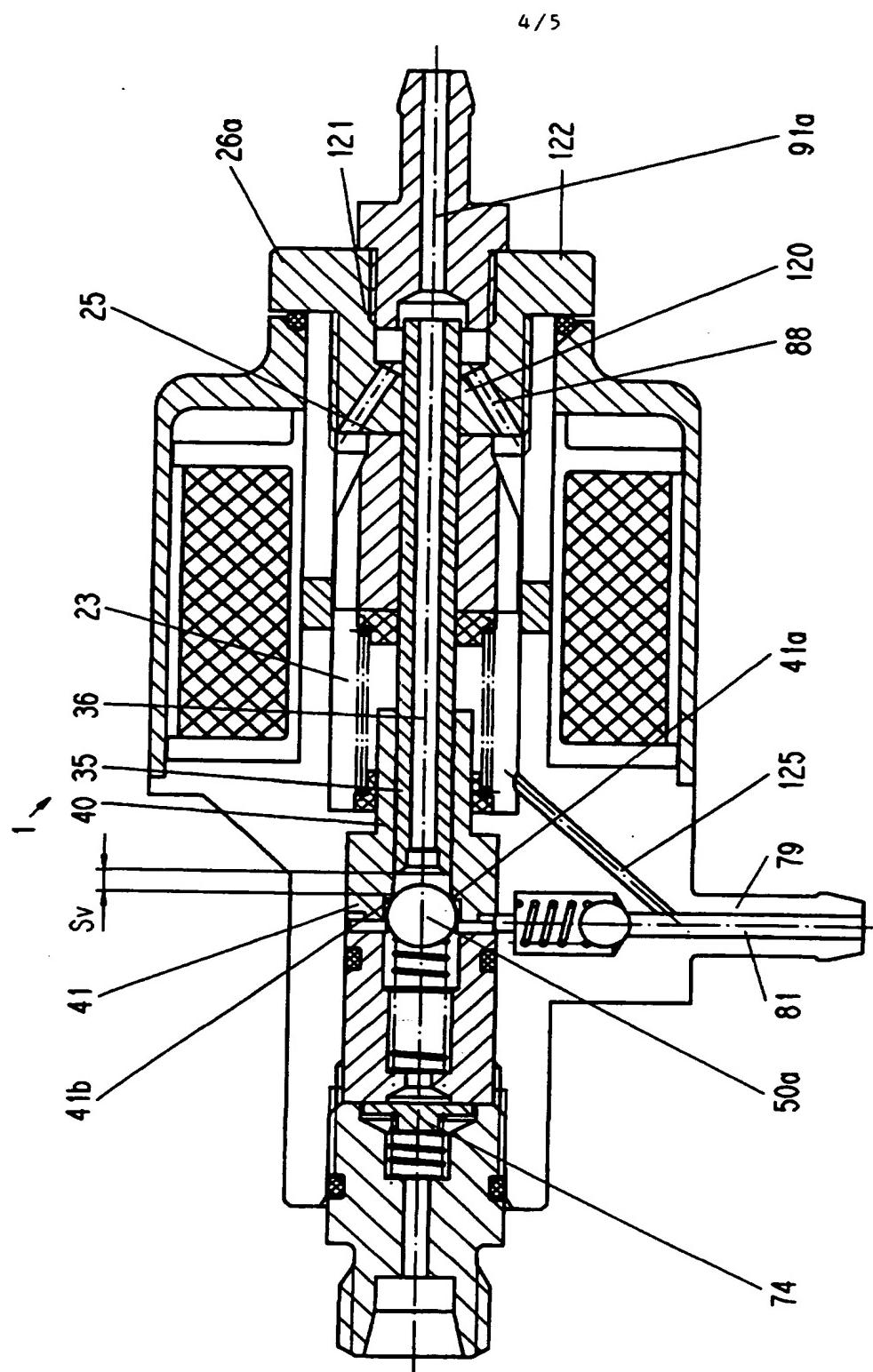


Fig.5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

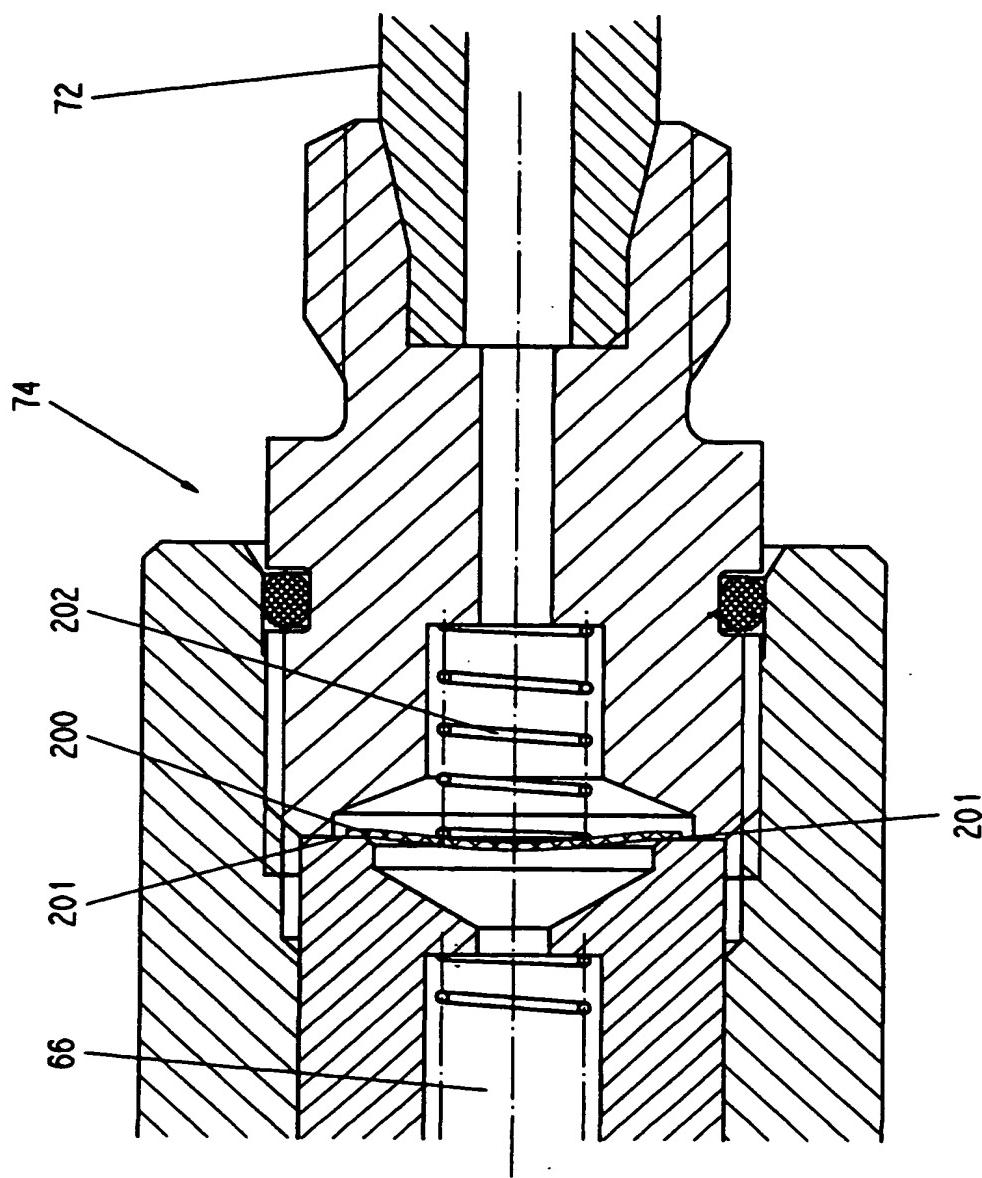


Fig. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 96/01715A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 F02M51/04 F02M63/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbol)  
IPC 6 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 351 893 (YOUNG) 4 October 1994 see column 8, line 4 - column 9, line 59; figures 1-6	1,16
Y	---	3,4,15
A	---	17-19
Y	US,A,3 348 489 (MEYER) 24 October 1967 see column 2, line 58 - column 3, line 53; figure 5	3,4,15
A	DD,A,213 472 (INGENIEURHOCHSCHULE ZWICKAU) 12 September 1984 see page 4, last paragraph - page 5, paragraph 2; figure 3	1,3
	-----	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*'E' earlier document but published on or after the international filing date
- \*'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*'A' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  13 September 1996	Date of mailing of the international search report  17.09.96
Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax. (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Friden, C

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/01715

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5351893	04-10-94	NONE	
US-A-3348489	24-10-67	NONE	
DD-A-213472		NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/01715

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
**IPK 6 F02M51/04 F02M63/06**

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)  
**IPK 6 F02M**

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGEBEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,5 351 893 (YOUNG) 4. Oktober 1994 siehe Spalte 8, Zeile 4 - Spalte 9, Zeile 59; Abbildungen 1-6	1,16
Y	---	3,4,15
A	US,A,3 348 489 (MEYER) 24.Oktober 1967 siehe Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 53; Abbildung 5	17-19
Y	---	3,4,15
A	DD,A,213 472 (INGENIEURHOCHSCHULE ZWICKAU) 12.September 1984 siehe Seite 4, letzter Absatz - Seite 5, Absatz 2; Abbildung 3	1,3
	-----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"N" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipia oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfundenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfundenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absenderdatum des internationalen Recherchenberichts

13. September 1996

17. 09. 96

Name und Postanschrift der internationale Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patenttaunus 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Friden, C

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/01715

Im Recherchenbericht angeführter Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-5351893	04-10-94	KEINE	-----
US-A-3348489	24-10-67	KEINE	-----
DD-A-213472		KEINE	-----